WYKORZYSTANIE CZUJNIKA FOTOSYNTEZY PAR (PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION) W SYSTEMIE DOKARMIANIA ROŚLIN W SZKLARNIACH

Kazimierz Rutkowski, Krzysztof Grodny
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie: Przedmiotem pracy jest ocena systemu nawadniania roślin w szklarniach opartego o matę startową. Badania przeprowadzono w okresie występowania małych wartości promieniowania słonecznego. Istniejący w obiekcie system sterowania nawadnia-niem uzupełniono o wskazania zamontowanego w szklarni czujnika LP PAR 01. Przeprowadzona analiza ilości dostarczanej pożywki w oparciu o matę startową w porównaniu z teorią opartą na wskazaniach czujnika natężenia promieniowania słonecznego LP PAR 01. wykazała, że korzystanie z maty startowej w zakresie niskich wartości natężenia promieniowania słonecznego jest nieuzasadnione. Prowadzi ono do wzrostu kosztów produkcji oraz niekorzystnego oddziaływania na środowisko.

Słowa kluczowe: szklarnia, czujnik PAR, sterowanie, nawadnianie.

Wstęp

Opłacalność produkcji szklarniowej w dużej mierze zależy od racjonalnej gospodarki ciepłem albowiem jego udział w strukturze nakładów sięga około 50% [Rutkowski 2006]. Drugim czynnikiem mającym wpływ na wynik ekonomiczny jest uzyskanie wysokiego i dużej jakości plonu przy możliwie niskich nakładach na produkcję. Odpowiedni mikroklimat, nawożenie w zależności od fazy rozwoju oraz ochrona roślin to kryteria i zagadnienia, które powinien mieć opanowane współczesny ogrodnik. Wymienione warunki winny być z synchronizowane z dostępną energią solarną. Obecnie dominuje płynne nawożenie przy stosowaniu którego, należy pamiętać o racjonalnym dawkowaniu dostosowanym do zapotrzebowania roślin, które zmienia się wraz z wahaniami dostępnej energii solarnej. Istnieje kilka systemów w oparciu o które ustalana jest dawka pożywki dla uprawianych roślin. W każdym z nich ze względu na nierównomierność wydatku systemu nawadniania (połączonego z dokarmianiem) stosowana jest określona nadwyżka pożywki. Nadmiar dostarczanej pożywki odprowadzany jest do kanalizacji lub po uzdatnieniu ponownie kierowany jest do systemu fertygacji. Zamknięty cykl obiegu pożywki o którym była mowa w drugiej części zdania stwarza niebezpieczeństwo lawinowego rozprzestrzeniania się chorób przy pojawieniu się nawet bardzo małej ilości ognisk chorobowych [Wysocka-Owczarek 2001]. Dlatego ta forma zagospodarowania pożywki, niechętnie przyjmowana jest przez producentów. Odprowadzanie nadwyżki pożywki do kanalizacji stwarza zagrożenie dla środowiska i wiąże się z ponoszeniem dosyć wysokich opłat i kar.

Ilość podawanej pożywki w systemie dokarmiania roślin w szklarniach zależy od stadium rozwojowego rośliny, warunków solarnych oraz ilości podawanego dwutlenku węgla. Ustalenie dawki, dokonuje się na podstawie rzeczywistego poboru wybranej grupy roślin (mata startowa) lub w oparcie o pomiar solaryzacji uzupełniony teoretycznymi podstawami zapotrzebowania pożywki przez rośliny. W obu przypadkach ilość podawanej pożywki jest nieco wyższa od zapotrzebowania roślin. Udział procentowy tzw. przelewu jest różny i należy dążyć, aby był jak najmniejszy. Stąd też należy dążyć do tego, aby uzyskane różnice wyników pomiarów w porównaniu z danymi teoretycznymi były jak najmniejsze.

Cel i zakres badań

Dotychczas w stosowanych urządzeniach do pomiaru solaryzacji w procesie dokarmiania roślin, używano zwykłe foto-elementy (najczęściej fotorezystory). Wadą tych rozwiązań jest to, iż nie rozróżniają one długości światła mierząc całe spektrum świetlne zakładając, że światło fotosyntetycznie aktywne o długości fali 400-700 nm jest integralną częścią światła słonecznego.

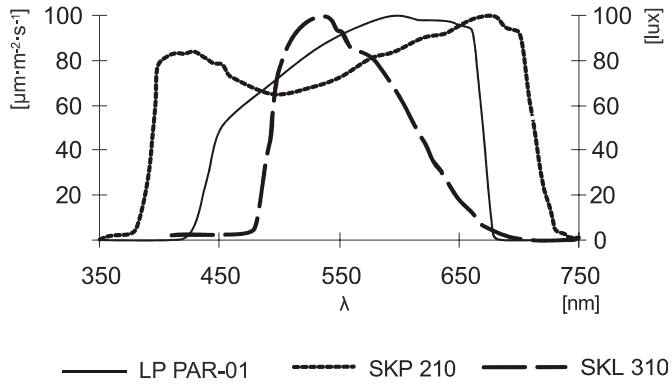
Przyjmując jako bazę do ustalania ilości pożywki, wskazania czujnika pomiaru natężenia światła (fotorezystora) popełniamy pewien błąd metodyczny, albowiem jego wskazania w sposób bezpośredni nie odzwierciedlają rzeczywistych zapotrzebowań uprawianych roślin. Bazując na wskazaniach maty startowej, zapotrzebowanie na pożywkę realizujemy z pewnym opóźnieniem, stosując przy tym standardową nadwyżkę pożywki niezależnie od zmieniających się warunków solarnych. W celu przeanalizowania oddziaływania promieniowania słonecznego PAR na ilość pobieranej pożywki oraz oceny istniejącego systemu „mata startowa", przeprowadzono cykl badań w gospodarstwie ogrodniczym o powierzchni 2,5 ha. Zakres badań obejmuje pomiar natężenia promieniowania PAR przy równoczesnym śledzeniu zużycia pożywki oraz warunków mikroklimatu wewnątrz szklarni. Prowadzone badania mają na celu włączenie badanego czujnika w algorytm istniejącego systemu sterowania, celem poprawy efektywności systemu dokarmiania roślin.

Wyniki badań

Dotychczas stosowany system ustalania dawki pożywki w procesie podlewania roślin oparty był o tzw. „matę startową". Będący na wyposażeniu gospodarstwa czujnik pomiaru natężenia światła w postaci fotorezystora wykorzystywany był jako informacja uzupełniająca dla systemu nawożenia. Na podstawie jego wskazań, można było ustalać początek i koniec procesu dokarmiania w ciągu dnia.

Zastosowany w systemie dokarmiania roślin czujnik PAR, mierzy strumień fotonów w paśmie 400-700 nm, padających na jednostkę powierzchni w jednostce czasu ($\mu mol \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$). Pomiar z zastosowaniem powyższego czujnika, winien umożliwić precyzyjne ustalenie czasu i ilości podawanej pożywki, a tym samym pozwolić na uzyskanie lepszych wyników produkcyjnych przy niższych kosztach produkcji. Zanim jednak wymieniona powyżej myśl będzie mogła być zweryfikowana, należy wykonać ocenę istniejącego systemu i zaproponować nowe rozwiązanie z wykorzystaniem niektórych zespołów używanego systemu.

Objęty badaniami czujnik PAR może pracować w zakresie temperatur od 0 ^{o}C do 50^{o}C. Zakres spektralny czujnika firmy Delta OHM wynosi 420-660 nm, zaś zakres pomiarowy 0-5000 µmol·s^{-1}·m^{-2}. Czułość objętego obserwacją czujnika wynosi 30 µV. Dla porównania wymienionych powyżej wielkości danych technicznych wykorzystanego do badań czujnika przedstawiono na rys. 1 charakterystykę czujników innych producentów. Śledząc charakterystykę czujników przedstawionych na rys. 1 zauważamy, że przyjęty do badań czujnik LP PAR 01 nie posiada najlepszej charakterystyki, znacznie lepszym wydaje się czujnik SKP 210. Mimo tego, że ocena wyrobów innych producentów wypada korzystniej to cena wyrobu zadecydowała o zakupie danego typu. Jeśli porównamy charakterystykę spektralną czujników natężenia promieniowania uwzględnionych na rys.1 to uzyskujemy jednoznaczną odpowiedź, dlaczego odchodzimy od zastosowania tych czujników w systemie sterowania fertygacji roślin w szklarniach.

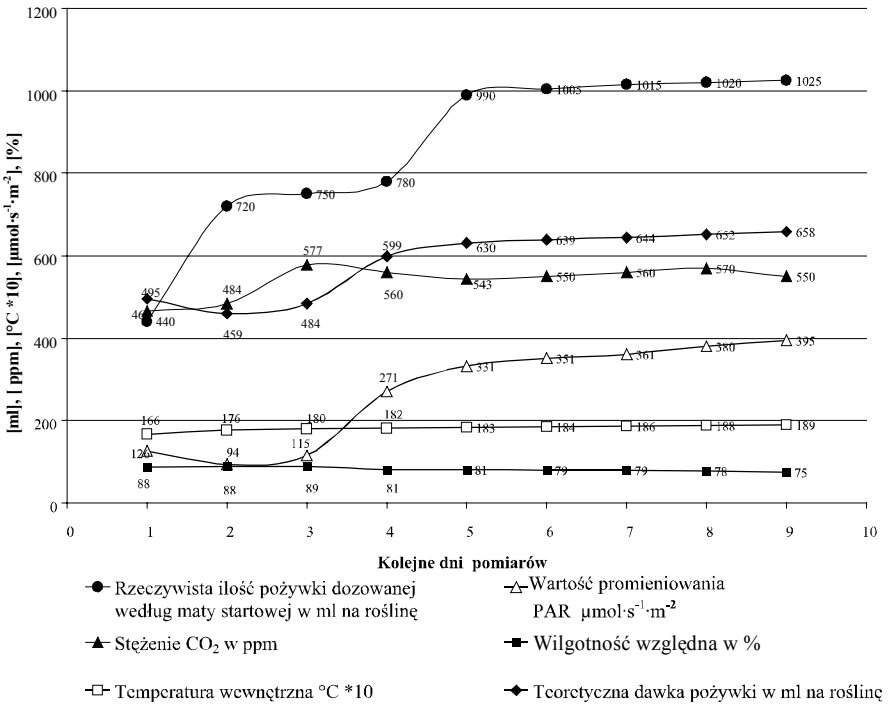


LP PAR 01 (producent 1), SKP 210 (producent 2), SKL 310 lux sensor

Rys. 1. Charakterystyka spektralna czujników do pomiaru natężenia promieniowania słonecznego
Fig. 1. Spectral characteristics of the sensors measuring solar radiation intensity

Podjęty zakres badań, realizowano w szklarniach zaliczanych pod względem konstrukcyjnym do nowoczesnych. Wysokość szklarni wynosząca 4,5 m pozwalała na uzyskanie korzystnych warunków pod względem mikroklimatu. Oddany do eksploatacji przed rokiem obiekt szklarniowy jest ciągle dozbrajany pod względem technicznym. Stąd istniały szerokie możliwości badań z równoczesnym porównaniem wyników przy zmiennym wyposażeniu. Pomiary w obiekcie o powierzchni 2,5 ha prowadzone były w październiku przy stosunkowo niskich wartościach natężenia promieniowania słonecznego (rys 2). Parametry mikroklimatu, panującego wewnątrz szklarni zostały przedstawione na rys. 2. Zarówno temperatura jak też wilgotność powietrza wewnątrz szklarni była na wyrównanym poziomie. Natężenie promieniowania słonecznego PAR mierzone na wysokości ponad kurtynami (rys. 3.) wahało się w zakresie 90–392 µmol·s^{-1}·m^{-2}. Dostarczany roślinom dwutlenek węgla, pozwalał średnio na uzyskanie stężenia na poziomie 500 ppm mierzonego w strefie

wegetacji roślin. System nawadniania uprawianych w szklarni pomidorów działał w oparciu o matę startową. Ilość podawanej pożywki wahała się od 470 do 1000 ml na roślinę.



Rys. 2. Mikroklimat wewnętrzny szklarni oraz ilość dostarczanej pożywki
Fig. 2. Microclimate inside greenhouse and the volume of supplied nutrient

Należy dodać, że znajdujące się w szklarni rośliny w okresie prowadzonych badań były w końcowej fazie uprawy. Niskie wartości natężenia promieniowania słonecznego oraz stadium rozwoju uprawianych roślin, były przyczyną niskich dawek dostarczanej do szklarni pożywki. Śledząc ilość dostarczanej pożywki według maty startowej w poszczególnych dniach zauważa się, że przy niskich wartościach natężenia promieniowania słonecznego PAR (do120 µmol·s^{-1}·m^{-2}), występuje brak jakiejkolwiek zależności. Dopiero przy natężeniu promieniowania powyżej 120 µmol·s^{-1}·m^{-2} obydwie analizowane wielkości, wykazują pewną korelację. Analizując zasadę działania maty startowej, występujące dysproporcje zapotrzebowania pożywki przy niskich wartościach natężenia promieniowania słonecznego, można wyjaśnić w następujący sposób. Ilość włączeń systemu dokarmiającego rośliny przy niskim natężeniu promieniowania jest bardzo mała [Wysocka 2001], ogranicza się do kilku w ciągu dnia. Tak mała ilość włączeń systemu poprzedzona każdorazowo tzw. przelewem jest powodem, nieuzasadnionego dużego zużycia cieczy dostarczanej w systemie fertygacji. Opierając się na modelach matematycznych, wykorzystywanych w systemach nawadniania roślin w szklarniach zauważamy, że ilość dostarczanej pożywki

zależy przede wszystkim od wartości natężenia promieniowania słonecznego. Na rys. 2. wykreślono krzywą teoretyczną odnoszącą się do istniejących warunków. Krzywa ta jest skorelowana z natężeniem promieniowania słonecznego. Podsumowując prowadzone badania można stwierdzić, że w zakresie niskich wartości promieniowania stosowanie maty startowej jako punktu odniesienia do ustalania ilości pożywki dla danej szklarni jest nieuzasadnione. Krzywa natężenia promieniowania słonecznego mierzona czujnikiem PAR znacznie poprawi gospodarkę wodą i składnikami pokarmowymi w szklarni. Równocześnie należy stwierdzić, że stosując niezawodne czujniki odzwierciedlające proces fotosyntezy (w sposób pośredni), wyeliminujemy znaczną ilość pożywki odprowadzanej do ścieków.

Rys. 3. Widok zamontowanego czujnika na konstrukcji
Fig. 3. View of a sensor installed on the structure

Wnioski

1. Wykorzystanie czujnika LT PAR 01 w systemie dokarmiania roślin, wpływa korzystnie na poprawę warunków gospodarowania cieczą służącą do dokarmiania roślin w szczególności w zakresie niskich wartości natężenia promieniowania słonecznego.
2. Włączenie do systemu sterowania w/w czujnika pozwoli na poprawę efektów ekonomicznych i ekologicznych. Możliwość bezpośredniego nadzoru procesu produkcyjnego zwiększa mobilność i odpowiedzialność obsługi technicznej.

3. Opierając się na charakterystyce czujnika PAR podawanej przez producenta oraz w oparciu o literaturę dotyczącą transpiracji należy uznać, że rozbudowa istniejącego systemu sterowania o użyty w badaniach czujnik poprawi efekty ekonomiczne produkcji szklarniowej.

Bibliografia

Rutkowski K. 2006 A. Energetyczno-ekonomiczne aspekty uprawy pomidora w różnych obiektach szklarniowych. Inżynieria Rolnicza. Nr 6 (81), s. 223-231.

Maria Wysocka-Owczarek. 2001. Pomidory pod osłonami, Hortpress Sp. z o.o., ISBN 83-86384-84-0.

Dokumentacja techniczno ruchowa. 2005. Czujniki promieniowania Lp_xxx01. Delata OHM.

USING PAR (PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION) PHOTOSYNTHESIS SENSOR IN THE SYSTEM FOR ADDITIONAL FEEDING OF PLANTS IN GREENHOUSES

Abstract: The subject matter of this work is the evaluation of a system for plant irrigation in greenhouses, which is based on a start mat. The tests were carried out during the period characterised by low solar radiation. Readings of the LP PAR 01 sensor installed in the greenhouse were included to support the irrigation control system existing in the object. Completed analysis of the volume of nutrient supplied using the start mat compared to the theory based on the readings of the LP PAR 01 solar radiation intensity sensor proves that it is unjustified to use the start mat within range of low solar radiation intensity values. This leads to the increase in production costs and unfavourable impact on environment.

Key words: greenhouse, PAR sensor, control, irrigation

Adres do korespondencji:
Kazimierz Rutkowski; e-mail: rutkowski@tie.ar.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków